

신기술제품의 시장점유율 예측을 위한 행위자 기반 수요확산모형에 대한 연구

A Study on the Agent-based Model of Demand Diffusion for
the Market Share of New Technology Product

원동규(Won Dong Kyu)*, 임종연(Lim Jong Yeon)**

목 차

- | | |
|---------------------|-------------|
| I. 서론 | IV. 연구결과 분석 |
| II. 수요확산과 관련된 이론 고찰 | V. 결론 |
| III. 연구설계 | |

국 문 요 약

기존에 신기술제품 소비시장을 연구하기 위한 많은 모델이 있었으나, 소비자, 유통업자, 제조업자로 구성되는 가치사슬 단계의 전반적인 상호작용을 통한 시장의 움직임을 파악하는 연구는 미약하다. 이에 본 논문에서는 수요자, 유통업자, 제조업자로 구성되는 다중행위자와 소비자선택이론의 상호작용을 통해 신기술제품의 구매에 대한 수요확산을 시뮬레이션하였다. 본 연구는 신기술제품 구매 시의 소비자의 선호도를 분석하고자 컨조인트 분석을 적용하여 선호도 계수를 추정하였으며 행위자기반모형을 통해 신기술 채택 및 인센티브 제공 여부에 따른 소비행태를 시뮬레이션 분석하였다.

분석결과 기술제품의 시장점유율은 재고수준에 따른 인센티브의 제공과 신기술제품의 상품적용에 따른 소비자층의 제품수용이 조화롭게 이루어질 때 상승하는 것으로 나타났다.

핵심어 : 행위자 기반 모형, 컨조인트 분석, 신기술제품, 수요 확산, 소비자시장

※ 논문접수일: 2011.10.25, 1차수정일: 2011.12.8, 게재확정일: 2011.12.28

* 한국과학기술정보연구원 책임연구원, dkwon@kisti.re.kr, 02-3299-6053, 교신저자

** 한국과학기술정보연구원 선임연구원, jylim@kisti.re.kr, 02-3299-6068

ABSTRACT

Although a existing consumer market have been studied in depth in the new technology product market, the market research on the overall level of value chain to consist of consumers, distributors, and manufacturers is weak.

Therefore, in this paper consumers' purchase of new technology products were simulated and analyzed by a consumer selection model and a multi-agent model, which consist of consumers, distributors and manufacturers.

Our research was focused on customer preference study in new technology product market by using conjoint analysis and discrete choice model. And changes in consumer behavior based on adoption of new technologies and offering of incentives were analyzed by ABM (Agent-based Model).

In conclusion, the market share of technology products was risen when provision of incentives corresponding to inventory level and demand for new technology products occurred at the same time.

Key Words : Agent-Based Model, Conjoint Analysis, New Technology Product, Demand Diffusion, Consumer Market

I. 서 론

본고는 신기술상품 구입에 대한 소비자, 유통업자, 그리고 제조업체 및 효용이론 간의 상호 작용을 통해 시뮬레이션 하는 다중 행위자(multi-agent) 기반의 시뮬레이션 모델연구이다. 일반적으로 신상품개발과 관련해서는 상품이나 대안을 여러 속성들이 결합되어 구성되어 있다고 가정하고 이들 신상품이나 개발대안들이 가지고 있는 속성(attribute)들 하나하나에 대해 소비자가 부여하는 효용(utility) 또는 부분가치(part worth)를 추정함으로써 소비자가 선택할 상품이나 개발대안을 예측하는 기법으로 컨조인트 분석이 있다. 즉, 컨조인트 분석을 이용하여 제품범주를 구성하고 있는 주요 속성들이 취하는 여러 수준에 대하여 소비자들이 부여하는 효용(또는 부분가치라고 부름)을 추정한 이후 이를 이용하여 새로운 대안과 경쟁적 대안들을 소비자의 효용함수에 투입하여 각 소비자들의 선택확률을 계산함으로써 새로운 대안들이 획득하게 될 시장점유율을 추정할 수 있다. 그러나 실제 시장점유율은 단순히 상품의 속성만이 아니라 다양한 마케팅 활동에 영향을 받을 수 있기 때문에 컨조인트 분석을 통해 제시한 시장 점유율 결과는 극히 제한된 의미만을 갖는다(정영우·이은용; 2008). 본 연구에서는 컨조인트 분석을 통해 기술제품을 구성하는 여러 속성들에 대한 소비자에 선호도를 파악한 후, 이러한 분석결과를 활용하여 상이한 속성을 가진 몇 가지의 제품들이 서로 경쟁하는 상황에서 소비자들이 어떤 기술제품을 어느 정도나 선호할 것인가를 예측하기 위한 선택 시뮬레이션 분석을 실시하고자 한다.

결론적으로 본 연구는 신제품 시장예측에서 유통업자의 마케팅 전략이 어떤 영향을 미치는지를 컨조인트 분석을 이용한 행위자 기반 확산모형을 활용하여 중점적으로 탐구하고자 하며, 주요 내용은 다음과 같다.

- 신기술상품을 구입할 때 소비자들이 어떤 선택을 하게 되는가?
- 유통업자의 마케팅전략 특히 가격 전략은 그들의 판매에 어떤 영향을 미치는가?
- 제조업체의 가격 및 인센티브 전략변화는 시장 점유율에 어떠한 영향을 미치는가?
- 신기술 적용제품의 경우 기존의 기술제품시장의 소비자가 어떻게 반응하며 소비자간의 상호 작용 특히 입소문 효과는 어떻게 작용하는가?

II. 수요확산과 관련된 이론 고찰

1. 컨조인트 분석(conjoint analysis)

컨조인트 분석은 사람들의 심리적인 판단을 측정하고자 하는 기법으로 어떤 제품 또는 서비스가 가지고 있는 속성(Attribute) 하나하나에 소비자가 부여하는 효용(Utility)을 추정함으로써 그 소비자가 선택할 제품을 예측하기 위한 분석이다.

기본적인 컨조인트 분석모형은 다음 공식으로 나타낸다.

$$U(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k u_i x_j$$

$U(x)$ = 전반적인 선호도, 또는 요인($i= 1, 2, 3, \dots, m$.)의 j 수준의 관련 선호도

($j= 1, 2, 3, \dots, m$)

$k= i$ 의 요인수준

$m =$ 요인의 수

컨조인트 분석은 본래 마케팅조사에서 특정상품에 대하여 소비자들이 가장 중요하게 생각하는 특성을 찾아내는 방법으로서 생산, 소비자 및 서비스 관련된 여러 분야에서 활용되고 있다. 컨조인트 분석의 분석 절차는 ① 특정상품에 대해 소비자들이 원하는 몇 가지 특성들을 서로 다양하게 결합하여 여러 가지 가상 상품을 만든다. ② 응답자들이 구매를 희망하는 순위를 정하게 한다. ③ 순위를 이용하여 특성들의 효용도와 중요도를 계산한다. 각 속성의 상대적 중요도는 속성들의 총 효용을 특정 속성의 효용 값으로 나누어 계산된다(Levy, 1995).

일반적으로 동일한 측정치에 대해서 평가자 개인마다 상이한 가치를 부여할 수 있기 때문에 각 측정치가 갖는 주관적인 가치를 모른다면 각 독립변수가 전체적인 평가에 어느 정도 영향을 미치고 있는지를 판단할 수 없는 것이다. 그러나 각 독립 변수가 종속변수에 공헌하고 있으며 일정한 합산법칙이 존재한다는 가정이 있다면, 전체적인 평가에 공헌하는 정도를 합한 것이 바로 전체적인 평가 가치가 된다는 것을 의미하며 이에 의해서 속성별 측정치가 상이한 대상에 대한 순위로 결정된다고 보는 것이다. 이 순위 자료가 바로 각 대상이 갖는 각 독립 변수별 수준이 독립변수가 될 것이다. 이 두 변수의 자료와 합산법칙(위의 식의 경우는 가산적 합산법칙¹⁾)을 바탕으로 각 변수들에 부여되는 가치, 즉 순위 척도로 평가된 종합적인 평가

에 각 변수가 공헌하는 정도를 측정하게 되는 것이다(Gustafsson, Anders, Fredrik Ekdahl & Bo Bergman, 1999).

실제로 소비자들은 선택가능한 대안들이 가지는 여러 속성을 고려하여 구매하거나 방문할 대안을 결정하는 것이 일반적인데 소비자들은 선택대안들이 가지는 여러 속성들에 대해 상대적 중요성과 가치를 부여하고, 각 속성들의 가치를 고려하여 선택할 대안을 결정하게 된다(채인숙, 이민아, 신서영, 양일선, 차진아, 2002). 컨조인트 분석에서는 대안과 관련하여 하나의 속성을 평가하기 보다는 대안을 구성하는 여러 속성을 동시에 고려하기 때문에 속성들간의 상호 및 보완관계를 더욱 잘 파악할 수 있다. 즉, 컨조인트 분석을 이용하여 제품범주를 구성하고 있는 주요 속성들이 취하는 여러 수준에 대하여 소비자들이 부여하는 효용(또는 부분가치라고 부름)을 추정한 이후 이를 이용하여 새로운 대안과 경쟁적 대안들을 소비자의 효용함수에 투입하여 각 소비자들의 선택확률을 계산함으로써 새로운 대안들이 획득하게 될 시장점유율을 추정할 수 있다. 그러나 실제 시장점유율은 단순히 상품의 속성만이 아니라 다양한 마케팅 활동에 영향을 받을 수 있기 때문에 컨조인트 분석을 통해 제시한 시장점유율 시뮬레이션 결과는 잠재적 의미를 갖는다(San Miguel, Fernando, Mandy Ryan & Emma McIntosh, 2000).

2. 확산모형

소비자들이 신상품을 채택하는 과정을 이해하는데 이론적 근거가 되는 것이 혁신의 확산이다 전통적으로 혁신의 확산은 혁신이 한 사회제도의 구성원간에 시간을 두고 어떤 경로를 통해 의사가 전달되는 과정으로 정의되었다(Rogers, 1983).

확산모형의 목적은 주어진 한 집단의 가능한 채택자들 간에 혁신이 퍼지는 정도를 나타내는 것이다(Mahajan and Muller, 1979). 즉, 채택자의 수가 연속적으로 증가하는 것을 그려보며 이미 진행 중인 하나의 확산과정이 계속되어져 가는 모양을 예측하는 것이 확산모형의 목적이라 하겠다. 상품혁신 관점에서는 확산모형은 생명주기 커브의 발전에 중점을 두고 혁신들에 있어 첫 번째 구입을 일으키는 판매를 예측하는 목적으로 제공되고 있다. 마케팅에서 가장 잘 알려진 첫 번째 구입 확산모형은 Fourt and Woodlock(1960), Mansfield(1961), 그리고 Bass(1969) 등이며, 이 초창기 모형들은 확산과정의 침투와 침윤 측면들을 설명하려 했다. 본 연구에서는 이중 Bass모형과 Bass확장모형을 개괄적으로 검토하고자 한다.

1) 가산적 합산 방식(Additive Rule): 응답자들이 속성 수준을 결합하여 대상들의 전체적인 선호도를 구하는 규칙을 의미, 단순히 속성 수준들의 부분 효용을 합산하여 전체적인 선호도를 구하는 것을 말한다.

1) Bass 모형

Bass(1969)가 제안한 확산모형은 제품이나 서비스의 누적 가입자 수가 신제품의 도입 초기에는 확산속도가 빨라지다가 일정시점 이후부터 감속하여 안정화 상태에 도달하는 S형의 분포를 갖는다²⁾. 신제품, 신기술, 신규 서비스와 같은 혁신적 요소들은 시간이 지나감에 따라 매스미디어와 구전이라는 대표적인 커뮤니케이션 채널들을 통하여 전파된다. 따라서 Bass모형은 이렇게 특정 채널을 통하여 수요가 시장에 퍼져나가는 과정을 묘사한 모형으로 다음 수식과 같이 표현할 수 있다.

$$St = \frac{dN(t)}{dt} = g(t)[N - N(t)] \quad (1)$$

$$\frac{dN(t)}{dt} = t\text{기의 확산율}$$

$$g(t) = \text{확산계수}, N : \text{포화수요}, N(t) : t \text{ 시점까지의 누적 수요}$$

Bass모형의 중요한 점은 시장을 총체적으로 서술한다는 것이다 전형적으로 측정되는 변수는 어느 시간 t 까지 상품을 구입하는 채택자들의 수이며, 주로 보고자하는 것은 개개의 고객이라기보다는 시장 전체의 반응이다. 그러나 혁신을 채택하는 결정은 개개인이 다르기 때문에 모든 잠재 채택자들이 주어진 기한 안에 상품을 채택하는 확률은 동일하지 않다. 이와 관계하여 일어나는 의문은 총체적인 시장 수준 즉, 임의의 시간 t 에서 상품을 채택하는 그들의 확률과 관련하여 잠재적 채택자들 간의 이질성을 두고 채택 커브를 유도하는 것이 가능한가 하는 것이다.

이러한 개인 수준에서의 채택결정을 나타내는 모형을 개발하려는 일련의 연구가 Oren and Schwartz(1988), 그리고 Lattin and Roberts(1989) 등에 의해 시도되었다. 이 모형들에서는 한 가지를 가정하는데, 이는 임의의 시간 t 에서 확산을 위한 잠재 채택자들의 효용은 혁신의 가치와 이익 등에 관한 그들의 불확실한 지각에 근거한다는 것이다. 그러나 이러한 잠재 채택자의 혁신에 관한 불확실한 지각들은 시간이 지남에 따라 변하는데, 이는 광고와 같은 외부영향이나 구전 같은 내부영향으로 인하여 혁신에 대해 더 익숙하게 되기 때문이다.

2) 이모형에 의하면 수요의 확산은 혁신자(innovator)와 모방자(imitator)에 의해서 이루어지는데 혁신자는 타인의 구매와 상관없이 기업의 광고 및 판촉과 같은 외부 커뮤니케이션에 노출되어 자발적으로 구매하는 사람이고 모방자는 이미 구매한 사람들의 평가나 경험의 구전효과에 의거하여 구매가 일어나는 사람을 의미한다.

2) Bass 확장모형

Bass모형의 초점은 제품에 대한 시장의 총체적 반응(aggregate response)에 있으며, 제품이나 서비스 구매에 관한 개별 소비자의 이질성을 무시하고 있다. 따라서 개인의 합리적 의사 결정에서 출발하여 Bass모형과 같은 총체적인 분석도구의 유도가 문제였다. Lattin and Roberts(1989)는 제품의 가치(value)와 성능(performance)에 대한 개인의 불확실한 정보가 시간의 내적, 외적요인에 의해 시간적으로 변화하며 예측대상 제품(서비스)의 특성에 관한 개인적 정보의 분포가 균일(uniform)하다고 가정하였다. 한편 Oren and Schwartz(1988)는 소비자의 위험회피에 관한 선호의 분포에 대한 임의적 가정을 통해 Mansfield(1961)모형을 뒷받침하고 있다. 일반적으로 모방계수는 광고 등을 통한 인지도의 향상으로 시간이 갈수록 증가하는 경향이 있는데, Easingwood, Mahajan and Muller(1983)은 이것을 반영하였다. Bass모형은 신제품의 시장잠재력이 도입시점에서 결정되고 전체 생애 동안 변하지 않는다고 가정한다. 이러한 정태적 잠재채택자 모집단에 대한 이론적 정당화는 찾기 어려우며, 실제로는 연속적 유동상태의 잠재채택자 모집단이 예상된다. 이 가정에 대한 확장으로 시장잠재력을 내생적, 외생적 변수의 함수로 설정하는 노력이 있어 왔다. Kalish(1985)는 포화치가 제품과 서비스의 가격, 이용자 증가에 따른 불확실성 감소에 영향받음을 가정하고 모형화 하였다. 비슷한 맥락의 연구로 포화치가 가구수의 성장, 모집단성장, 이윤가능성, 도매업지수의 성장, 소득분포 등에 의존한다고 가정한 Mahajan and Peterson(1978), Sharif and Ramanathan(1981), 그리고 Jain and Rao(1989)의 연구가 있다. 확산과정은 정태적이지 않으며, 광고(advertising)나 판촉(promotion) 등, 마케팅 혼합변수의 영향을 받는다. Kalish and Sen(1986)은 이를 개념적으로 정리하고, Simon and Sebastian(1987)은 특히 광고가 확산계수에 미치는 영향을 분석하고 있으나 데이터의 부족으로 인해 아직은 분석수준이 미약한 실정이다. 본 연구에서는 Kalish(1985)의 내용을 중심으로 Bass 확장모형의 중요 개념을 살펴보고자 한다.

Kalish(1985)는 여러 영향요인들을 Bass의 기본 확산모형에 포함시켜 확산모형을 확장시켰고 모형을 2단계로 구분하여 설명하였다. 소비자의 신제품 채택률이 인식확산(정보확산)으로 증대되는 첫 번째 단계와 가격, 위험 등의 영향요인 하에서 잠재적인 채택집단이 실제로 신제품을 채택하는 두 번째 단계가 그것이다. 이를 수식으로 표현하면 다음 수식 (2)와 같다.

(1) 인식(정보)의 확산모형

$$\frac{dI(t)}{dt} = (1 - I)F(A(t)) + b[I - X/N] + b''[X/N] \quad (2)$$

$I=t$ 시점에 잠재채택집단의 비율,

$X=t$ 시점의 채택자의 수,

N =잠재집단의 수, $A(t)$ =광고비 지출을

$f(\)$ =인식하지 못한 집단에 대한 광고의 효과함수,

b =채택하지 않았지만 인식한 사람들이 인식 못한 집단에 미치는 영향,

b' =이미 채택했던 사람들이 인식하지 못한 집단에 미치는 영향

(2) 시장 잠재력모형과 동적 채택모형

Kalish(1985)는 제품에 대해서 갖는 가치가 개인마다 다르다고 전제하면서 제품의 가격이 주관적인 가치(예약가격)보다 낮으면 구매하게 된다고 하였다. 또 사람들은 위험 회피자이기 때문에 시장에서 제품을 사용한 사람들이 많아질수록 제품 가치의 불확실성이 감소하게 되어 잠재시장의 규모는 더 커지게 된다고 주장하였다. 그의 주장을 모형으로 설명하면 다음 수식(3)과 같다.

$$\text{잠재시장규모} = N\left(\frac{P}{\mu(X/N)}\right) \quad (3)$$

$P=t$ 시점에서의 가격, μ =제품성능의 불확실성에 기인하는 할인요인(위험)

$$\mu(1) = 1, d\mu/d\chi > 0, \frac{dX}{dt} = k\left\{N\left[\frac{P}{\mu(X/N)}\right]I - X\right\},$$

k = 채택비율(광고함수, 유통, 제품품질과 같은 영향요인의 함수),

X_{t-1} = $t-1$ 시점까지의 누적 채택자의 수

결론적으로, Kalish(1985)의 모형은 가격, 광고, 그리고 불확실성의 영향에 대한 실질적인 가정으로 Bass모형을 확장하였다. 하지만 Bass(1969)가 최초로 제안한 확산모형이나 이보다 진보된 Kalish(1985)의 시장 잠재력모형 등은 기본적으로 기존 제품에 대한 서술적 모형으로서 신규 제품이나 서비스와 같이 누적적 데이터가 존재하지 않을 경우 이를 적용할 수 없는 단점을 갖는다

Bass모형은 확산과정의 기본 메커니즘을 추출하여 확산이론의 토대를 구축하는 공헌을 하였다. 그러나 Bass모형은 확산과정에 영향을 미칠 수 있는 잠재변수들의 효과를 고려하지 않고 혁신의 양태를 대칭성으로 설명하는 등 이론적 배경의 단순성으로 인해 현실에 적용하는데 많은 문제점을 내포하고 있다. 한 사회체계 내에서 혁신의 채택은 다양한 효과들에 의해 촉진되며 그 양상 또한 단순하지 않다. 특히 제품도입기에서 마케팅 활동이 어떻게 전개되느냐에

따라 확산의 수용과정이 달라질 수 있다. 한편 Bass모형과 기타 확산이론은 총합적인 수요만을 예측할 수 있기 때문에 다양한 특성을 가진 제품이나 서비스의 이질성을 고려하지 못해 개별수요와 판매량을 예측할 수 없어 개별기업에 있어 실용적인 시장정보를 제공하지 못하는 단점을 가지고 있다. 이러한 측면들은 소비자조사를 통한 자료수집을 기초로 발전된 마케팅 분석기법을 활용하여 보완되어 왔다(김철완·김근배·오영석, 2001).

3. 행위자 기반모형(ABM)모형

1) 복잡적응시스템

어떤 시스템을 복잡계라고 부를 수 있는 경우는 다음 두 가지 현상이 관찰될 때이다. 첫째, 상호 작용하는 수많은 요소로 구성되어 있어야 한다. 이는 시스템에 피드백 메커니즘이 존재함을 말한다³⁾. 둘째, 무언가 기존과는 전혀 다른 새로운 현상이 나타난다는 창발적 특성(emergent properties)을 갖는다는 것이다. 여기서 창발적 특성이란 뚜렷이 관찰될 수 있고 실증적으로 규명할 수 있는 전체적 패턴을 말한다. 따라서 이 세계를 복잡하지만 상호작용적 적응(공진화)⁴⁾의 과정을 통해 무언가 새로운 질서를 만들어 낼 수 있는 세상으로 보는 관점에서 '복잡적응계'라고 칭한다. 이러한 복잡적응계는 다수의 행위자가 자율성을 갖고 상호작용하고 학습하고 진화함으로써 특정한 구조와 규칙을 만들어갈 뿐 아니라 외부환경이나 다른 복잡계와 상호작용을 하며 진화해 가는 시스템을 의미하며, 특히 본 연구에서 논의하는 기술제품 시장은 대표적인 예라고 할 수 있다(원동규, 2010).

2) 행위자 기반 시뮬레이션(Agent-based simulation)

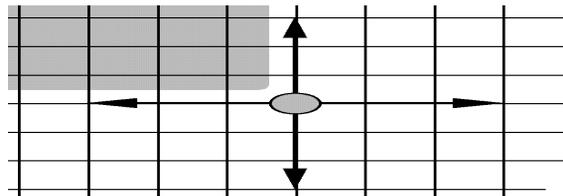
에이전트 기반 시뮬레이션(Agent-based simulation)의 이론적 기반은 세포자동자(Cellular Automata)이론이며, 다음과 같은 점에서 장점을 갖는다.

- 수 백 만개의 개체들이 상대적으로 간단한 규칙에 따른 상호작용을 통해서 어떻게 시스템에 특정 패턴을 발현(emerge)시킬 수 있는가를 이해할 수 있게 함
- 조직학적으로는 개인들의 행동의 패턴들이 조직시스템을 어떻게 동태적으로 변화시키는가를 이해할 수 있게 해줌
- 미분방정식의 형태로 표현하기 어려운 많은 개체들의 상호작용을 그래픽을 통해 나타낼 수 있음

3) 피드백은 시스템의 동학에 비선형성을 만드는 기제이다.

4) 서로 대응하며 진화한다는 의미로 '공진화(co-evolution)'라고 한다.

한편 행위자(agent)⁵⁾는 그것이 묘사하고자 하는 차원에 따라 여러 가지 형태로 나타낼 수 있는데, 다음 (그림 1)에서와 같은 2차원의 격자의 형태를 나타낸 것으로 각각의 사각형을 하나의 셀(Cell)이라고 한다. 이러한 각각의 셀은 주변에 모두 8개의 이웃한 점들을 갖고 있게 된다. 이때 하나의 셀을 점령하고 있는 점을 하나의 행위자(Agent)라고 할 수 있고 이 점은 다른 이웃한 점들과 서로 상호작용을 하는 과정에서 다른 셀로 이동을 하게 된다. 한편 이러한 셀이 이동을 할 때 결정이 되어야 하는 것은 얼마만큼 멀리 이동을 할 수 있는가, 어디로 이동을 해야 하는가 등이며 각 셀을 차지하는 행위자들은 동일한 행동을 할 필요는 없다. 이렇게 개체의 행동양식과 이러한 개체들을 선택하는 규칙이 묘사가 되면 전체 시스템의 환경이 갖고 있는 자원들이 어떻게 변화하는지를 결정하게 한다. 시뮬레이션의 경우 단 1회 실험의 결과를 통해서 결과를 확인할 수 있는 것이 아니고 술한 실험을 반복하여 일정한 패턴을 발견하는 탐색적(exploratory)인 방식으로 진행된다.



(그림 1) 2차원 격자의 행위자

3) 다수 행위자 모델(Multi-Agent Model)

스스로의 가치 기준에 따라서 자신의 행위를 자유롭게 선택할 수 있는 자립적인 행위자가 다수 공존하는 환경이 다수 행위자 모델이며, 행위자끼리의 상호작용에 의해 시스템 전체의 흐름이 창발되어, 그 흐름이 이번에는 반대로 행위자에게 피드백(feed-back)되고, 또 개개의 행위자의 행동을 결정해 가는 순환체계를 이룬다. 즉 시스템 설계자도 예상하지 않았던 결과를 가져오는 것이다. 이러한 다수 행위자 시뮬레이터로서 NetLogo, Repast 등이 있다.

4) ABM과 베이지안 분석의 연계

확산모형에 관한 베이지안(Bayesian)분석은 첫째, 유사서비스의 경험이나 이론에 기초한 사전분포함수(prior distribution)를 통해 확산모형모수(특히 포화치)의 범위에 관한 적절한

5) 주체성을 가져 자율적으로 행동하는 것을 행위자(agent)라고 한다. 우리나라 용어로 가장 적절한 표현은, 행위자나 대리인 등, 독자적인 목적을 가지고 그것을 효율적인 방법으로 실현하려고 하는 실행 주체라고 할 수 있다.

제약을 반영하고, 둘째, 모수에 관한 정확한 사후분포(exact posterior distribution)를 제공함으로써, 의사결정자들의 합리적 의사결정을 지원할 수 있다.

다음의 일반적 의사결정문제(general decision making problem)를 가정한다.

$$\max_k k \Pi(k, \theta)$$

(단, k는 가능한 행동(activity), θ 는 불확실한 모수, Π 는 알려진 형태의 목적함수)

여기서 모수 θ 에 관해 현재 알려진 학습정보(데이터)를 y라고 할 때, 이 문제에 관한 베이저안 해(solution)는

$$k^* = \operatorname{argmax}_k \int \Pi(k, \theta) p(\theta/y) d\theta$$

이며, $p(\theta|y) \propto p(\theta)p(y|\theta)$ 는 베이즈정리 (Bayes theorem)에 의해 구해진 사후분포함수(posterior distribution)를 의미한다⁶⁾. 즉, 불확실한 의사결정에 관한 베이저안 원칙은 우선 모수에 관한 사후분포를 구하고 이를 목적함수의 예측분포(predictive distribution)로 활용하는 것인데, 이러한 사후분포에 의한 의사결정은 불확실성하에서의 미시경제학적 결정원리와의 일치함이 알려져 있다.

이 방법은 목적하는 분포의 분석적 도출이 어려운 경우에 컴퓨터를 이용한 수리적 방법으로 근사(approximate)하는 것으로서 모수를 몇 개의 블록으로 나누고 각 블록을 그들의 조건부 분포(full conditional distribution)에서 연속적·단계적으로 추출하여 원하는 목적분포(target distribution)에 수렴해 가는 것이다. 제시한 베이저안 모델은 매우 간단한 의미만을 제시하는 것처럼 보이지만 모델을 사용하여 시뮬레이션해서 새로운 결론을 도출할 때, 증거의 미약함을 견고하게 하고 우리가 제시한 자료에 대한 보다 나은 신뢰성을 부여한다는 것이다. 한편 이러한 의미의 베이저안 분석을 ABM과 연계하기 위해서는 모수 θ 를 h(가설, 모델 혹은 파라미터)로 대체하고, 학습정보 y를 입력데이터 D로 치환해야 된다.

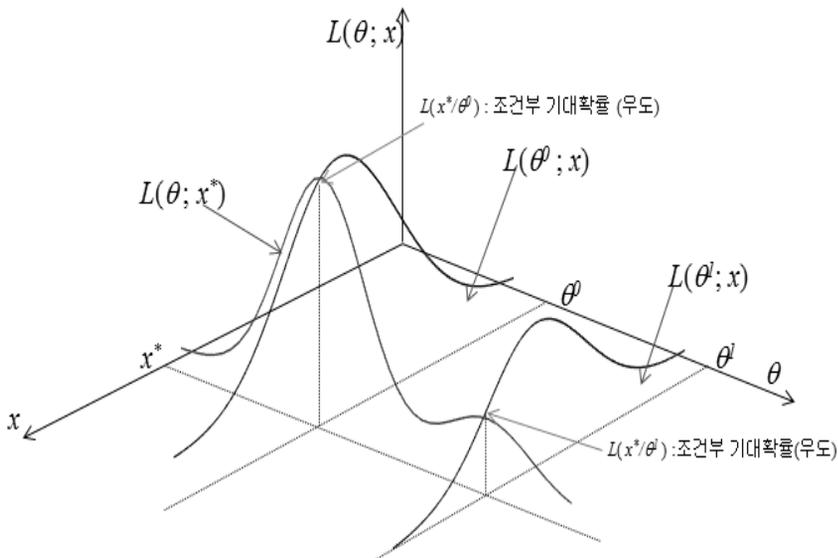
치환된 모형은 다음과 같이 표현된다.

$$P(h/D) = \frac{P(D/h)P(h)}{P(D)} \quad \text{h: 가설(모델 혹은 파라미터) D:데이터}$$

6) 단, $p(\theta)$ 는 사전분포(prior distribution), $p(y|\theta)$ 는 우도함수(likelihood)를 의미한다.

하지만 고전적 통계학의 관점에서 베이지안 방법의 가장 큰 문제점은 사전정보를 어떻게 이끌어 낼 것인가에 달려 있는데, 본 연구에서는 전술한 컨조인트 분석을 통한 결과를 사전정보로 활용하고자 한다.

지금까지의 논의를 그림으로 표현하면 다음과 같다. (그림 2)에서 $L(\theta^0; x)$ 와 $L(\theta^1; x)$ 는 각각의 파라미터 값의 변화에 따른 분포이고, 각각의 분포선에 직교하여 만나는 $L(\theta; x^*)$ 분포선과의 개별 교점은 각각의 모델에 따른 우도 값이다. 즉 컨조인트 분석을 통한 사전정보를 기반으로 이를 추론하기 위한 ABM모형을 설정(observation model)한다. 여기서 도출된 새로운 정보(우도 정보⁷⁾)를 통해 베이지안에 기반한 ABM 추론을 할 수 있는 것이다.



(그림 2) 3차원 공간상에 베이지안 확률 분포와 우도

한편, 전술한 컨조인트 분석과 ABM모형을 시장수요추정의 관점에서 비교하면 다음 <표 1>과 같다.

7) 우도(likelihood)는 확률(probability)과 비슷한 개념으로 쓰이며, 빈도(frequency)와도 관계된다. 관찰치를 얻을 확률을 최대화하는 모수의 값, 즉, “가장 그럴듯한(most likely)” 추정치가 MLE (maximum likelihood estimator)인 점과도 관련되는 개념이다.

〈표 1〉 컨조인트 분석과 ABM모형의 비교

적용방법론	Conjoint분석	ABM 모형
접근방향	제품 내부관점	제품 외부관점 및 개별 수요자
초점	제품의 가치분석	내/외부 커뮤니케이션
시점	횡단면분석	시계열분석
분석결과	개인의 선호	미래 수요예측치
추가정보	시장점유율	수요정점의 수요량과 시기
적용가능제품	고관여제품	신제품, 내구재
통계분석기법	OLS회귀분석, Logit분석	베이지안 분석
추정계수	프로파일의 부분가치	우도(Likelihood)
적용분야	시장세분화-목표고객설정	수요량 및 제품주기예측

III. 연구설계

1. 신기술의 행위자 기반 수요확산모형

본 연구에서는 행위자 기반모형을 활용하여, 생산자-유통업자의 전략과 환경하에서 소비자 들이 제품을 구매할 때, 사용 가능한 모든 대안 (가능한 모든 선택 사항)을 검토하여 자신의 효용을 극대화하는 제품을 선택하는 합리적인 결정을 한다고 가정하였으며, 다음과 같은 연구 맥락에서 ABM을 설계하였다.

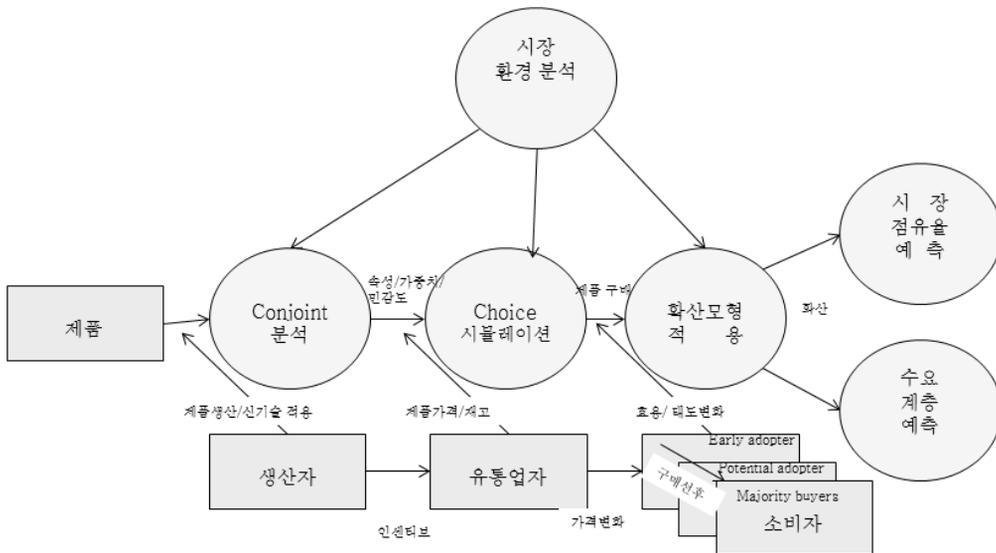
- 기술상품을 구입할 때 소비자들이 어떤 선택을 하게 되는가?
- 유통업자의 마케팅전략 특히 가격 전략은 그들의 판매에 어떤 영향을 미치는가?
- 제조업체의 기술시장의 전략변화는 시장 점유율에 어떠한 영향을 미치는가?
- 신기술 적용제품의 경우 기존의 기술제품시장으로부터의 이동소비자가 어떻게 반응하며 소비자 간의 상호 작용 특히 입소문 효과는 어떻게 작용하는가?

본 연구에서는 NetLogo 4.05버전⁸⁾을 활용하여 시뮬레이션 했으며, 모델적용 시에는 다음과 같은 모형구축의 관점을 가지고 설계하였다.

8) 미국 Northwestern University의 CCL(Center for Connected Learning)에서 제공하는 행위자 기반 모델링 언어이다 (<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>).

- 누가 행위자(agent)인가?
- 행위자들이 연결되는 방식은?
- 행위자들이 관심을 갖는 보상기능의 특징은?
- 행위자들의 행동변화에 따른 시장점유율의 변화는?

먼저 신기술제품시장의 주요 행위자를 생산자·유통업자·소비자로 구분하였다. 여기서 생산자는 제품생산과 신기술의 적용에 관여하며, 유통업자(대리점)와는 인센티브의 제공유무를 통해서 상호간 관계를 맺는다고 가정하였다. 유통업자는 제품의 가격과 재고관리를 통해서 제품 생산·소비의 가치사슬에 관여하며, 가격변화를 통해 소비자와 상호간 관계를 맺는다고 가정하였다. 한편 최종적인 소비주체인 소비자는 효용극대화 요건의 충족 여부를 통해서 제품의 구매 여부를 결정하며, 주위 사람들의 구매여부 등을 통해서 소비자 상호간 영향을 맺는다고 가정하였다. 여기서 소비자는 구매여부의 시간적 선후에 따라 초기수요자(early adopter)·잠재수요자(potential adopter)·일반구매자(majority buyers)의 세 가지 소비자군을 형성한다고 가정하였다(그림 3 참조).



(그림 3) 행위자 기반 확산 모형 개념도

2. 확률효용함수 설정

원칙적으로 기본 Bass확산모형을 적용하려면 제품의 초기 수요데이터가 필요하다. 그러나 본 연구는 각 제품에 대한 속성에 대해 설문조사를 수행하고 해당 제품의 속성값과 가장 유사한 사례의 파라미터를 조정하여 사용함으로써 초기 데이터 필요의 문제를 해결하였다. 또한 기본 Bass모형이 갖는 여러 가지 한계점을 극복하기 위하여 Kalish의 확장모형을 기반으로 새로운 모형을 제안한다. 그러나 Kalish의 확장모형 역시 초기 데이터를 이용하여 파라미터를 추정하는 예측모형이므로 설문지를 기반으로 분석할 수 있는 수요예측모형으로의 변형이 불가피하다.

따라서 본 연구에서는 대상 기술제품에 대한 소비자들이 느끼는 편익을 추정하기 위하여 일반적으로 CVM 분석에서 이용되는 확률효용모형(random utility model)을 사용한다. 확률효용모형에서는 소비자가 자신의 효용함수를 정확하게 알고, 주어진 화폐소득과 개인의 특성들에 근거하여 제품의 수준 변화에 대해 느끼는 효용은 간접효용함수($v(j, y; s)$, y : 소득, s : 개인의 관찰 가능한 특성들)로 표현된다. 그러나 소비자가 기술제품의 수준변화를 선택 또는 거부하는데 있어 관찰될 수 없는 부분이 존재하기 때문에 효용함수는 다음과 같이 확률적 요소를 갖게 된다(Horsky, D. and L. Simon; 1983).

$$u(j, y; s) = v(j, y; s) + \epsilon_j, \quad j = 0, 1 \quad (4)$$

소비자의 제품구입 선택시 효용함수는 $u(1, y - B; s) \geq u(0, y; s)$ 과 같다. 여기서 1과 0은 각각 해당 기술제품의 구입 전후의 상태를 나타낸다.

즉, 타 제품구입에서 얻는 효용보다 비용지불에 의한 소득의 감소에도 불구하고 해당제품의 구입으로 얻는 효용이 더 커짐을 의미한다. 이는 다시 $v(1, y - B; s) + \epsilon_1 \geq v(0, y; s) + \epsilon_0$ 로 나타낼 수 있고, 변형하면 수식 (5)와 같은 효용격차함수로 나타난다.

$$\Delta v = v(1, y - B; s) - v(0, y; s) \geq \epsilon_0 - \epsilon_1 = \eta \quad (5)$$

η 는 $\epsilon_0 - \epsilon_1$ 이며 효용격차의 분포를 정형화하기 위한 확률변수(stochastic variable)이다. 각 제품 소비자는 제품구입을 통해 얻을 수 있는 간접효용의 증가분(Δv)이 양(+)이고 해당제품을 구입할 확률은 다음 수식 (6)과 같다.

$$\Pr(Yes) = \Pr(\Delta v \geq \eta) = F_{\eta}(\Delta v) \quad (6)$$

여기서 $F_{\eta}(\cdot)$ 는 확률변수 η 의 누적분포함수로 소비자가 실제로 지불의사 확률변수인 WTP C 에 대하여 $\Pr(Yes) = \Pr(B \leq C) = 1 - G_C(B)$ 임을 의미하므로 η 의 누적분포함수는 다음 수식 (7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$F_{\eta}(\Delta v) = 1 - G_C(B) \quad (7)$$

여기서 $G_C(\cdot)$ 는 확률변수 C 의 누적분포함수이며, B 는 역시 제시된 금액(bid price)이다. 여기서 효용은 가격 혹은 부분가치의 함수로 산정하였다. 예를 들면 브랜드, 기술제품의 특성 및 인구 통계학적 특성 (성별, 나이, 소득 등) 등을 고려하였다.

즉, 소비자 I에 대한 대안 J의 효용은 다음과 같이 작성하였다.

$$U_{ij} = A * price_j + B * brand_j + C * product_attribute_j + D * demographic_attribute_i + ?_{ij} \quad (8)$$

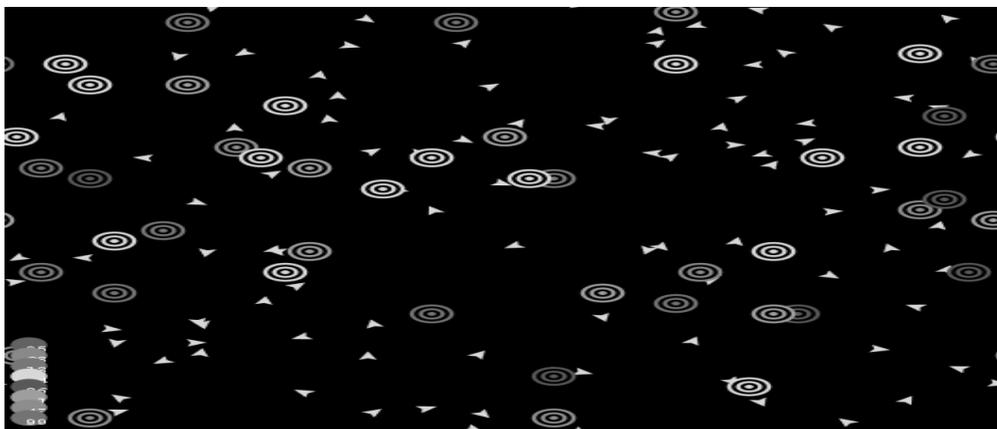
수식 (8)에서 A, B, C, D는 효용함수 매개변수의 계수이며 이는 컨조인트 분석의 부분효용 가치로 대체한다. 이 식에서 일반적으로 소비자는 낮은 가격을 선호함으로 변수 (price_j) 계수는 음수를 가지고, (brand_j) 변수는 다른 브랜드에 대한 선호도를 나타낸다. 변수 (product attribute_j)는 엔지니어링 속성을 의미하며, 변수(demographic attribute_i)는 연령, 성별 등 임의의 기간에 소비자의 특성 집합을 의미한다. 변수 (?_ij)는 효용함수에 불확실성을 도입하여 평균값이 0인 정규 분포를 따른다.

신기술제품시장 모델 시뮬레이션에서 유통업자는 지난 3주 동안 판매하고 남은 재고 수준에 따라 매주 초기에 판매 가격을 조정함으로써 거래가격은 변동하게 된다. 가격이 효용함수에서 중요한 요소이기 때문에, 다른 가격 전략이 매출에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 이 모델은 각 제품의 시장 점유율을 예측하는 데 사용할 수 있으며, 소비자가 기존 제품에서 신기술제품으로 이동하는 과정을 시뮬레이션을 통해서 확인할 수 있다.

3. ABM 작동 원리

1) 신기술제품 시뮬레이션 공간의 표현

각 제조업체는 개별 상품시장 세그먼트에 하나의 제품모델을 가지고 있다고 가정한다. 각 제품들은 브랜드를 대표하는 색상과 모양이 서로 다르게 표시하였으며(NetLogo 모델에서는 이것을 turtle이라는 agent로 표시한다), 내부적으로는 판매 가격과 제품의 속성에 따른 효용 가치의 집합 태그를 가지고 있다.



(그림 4) 시뮬레이션 공간의 이미지 표현

2) 소비자

소비자는 시장에서의 구매자를 나타내며, 포아송(Poisson)분포를 따른다고 가정하였다. 매주 시장에 도착하여, 개별 소비자의 특성을 반영하여 생성된다. 이러한 소비자 특성은 성별, 소득 등의 속성을 가지고 있으며 무작위로 선택된 유통업자를 방문하고 시장을 떠나며, 자신의 효용을 극대화하는 상품을 선택한다. NetLogo 시뮬레이션 공간에서는 흰색의 쇄기모양으로 표시하였다. Netlogo 프로그램상에서 다음과 같은 지표 특성을 갖는다.

- home-X (집 주소의 X 좌표 값), home-Y (집 주소의 Y 좌표 값)
- 나이(20-80), 성별(여성 0, 남성 1), 수입 (연간 가계 수입)
- prefer_NewTech(신기술 제품에 대한 환경 설정, 잠재적인 구입자 100, 그렇지 않으면 0), found-dealer? (방문 판매 업체의 이용을 위한 지역 지표), early-adopters? (신기술 제품을 소유하고 있는지에 대한 지표) potential-adopters?(초기 구입자가 이웃에 대한 영향 여부에 대한 지표).

3) 유통업자

유통업자는 특정 브랜드 제품의 판매 프랜차이즈 유통업자를 의미한다. 시물레이션이 개시 되면 무작위로 시물레이션 공간에 분포하게 되며 시물레이션 중에는 이동할 수 없다. 매주 지난 3주의 판매량과 재고의 가치에 따라 가격을 조정할 수 있으며 매 주말에 제조업체로부터 새로운 제품을 주문한다. NetLogo 시물레이션 공간에서 타겟 모양으로 표시되며, 주요 관심 지표의 특성은 다음과 같다.

먼저 효용함수의 브랜드 특정 상수로서 브랜드의 소비자 환경을 반영하였으며, 요소 가치지표에서는 먼저 신기술제품의 요소로서 제품의 판매 가격을 중요요소로서 채택하였으며, 기타 제품의 특성을 나타내는 요소 지표로 킨조인트 분석에 의한 부분가치를 모델의 투입요소로서 구성하였다. 본 연구에서는 가격을 포함하여 3개의 지표로 한정하였다.

Netlogo 프로그램 상에서 다음과 같은 지표 특성을 갖는다.

- inventory는 재고 수준을 나타내며, sales-volume (지금까지 판매량), sales-volume-t (이번 주의 판매량), sales-volume-t-1(지난 주의 판매량), sales-volume-t-2 (2 주 전 판매량), revenue(지금까지 매출), revenue-t (이번 주 매출), utility (효용함수의 값), invoice-E-0 (제조업체로 부터 송장 가격), order(제조업체의 주문량), NewTech? (신기술제품 유통업자의 여부 지표), NewTech (효용함수에서 사용하기 위한 신기술 제품의 대리점 더미 변수) 등을 나타냄

4) 제조업자

하나의 고유한 제품모델을 생산하는 제조업자로서, 각 제품을 판매하는 프랜차이즈 유통업자들이 하부에 있다. 각 주말에, 제조업자들은 유통업자로부터 주문을 받고 주문 크기에 따라 일정한 인센티브, 인보이스 가격 즉 할인을 제공한다. 제조업체는 NetLogo 시물레이션 공간 상 왼쪽 하단 모서리에 원으로 표시되어 있으며, 색깔로 브랜드의 차이를 나타낸다. 그들의 관심지표는 다음과 같다.

- sales-volume (모든 유통업자들의 판매량), revenue (모든 유통업자를 통한 수익), incentive-rate (유통업자에게 제공하는 송장 가격의 할인율)

5) 행위자간 규칙

소비자들은 포아송(Poisson)분포로 매주 첫날에 시장에 도착하며, 나이, 성별, 수입은 무작위로 생성된다. 적격 제품의 유통업자를 탐색하게 되며, 제품구입시 효용함수의 가치를 산정

하여 비교검토하게 된다. 즉 자신의 효용을 극대화하는 대리점에서 제품을 구입을 하게 되며, 제품구입을 완료한 소비자들은 시장에서 퇴장하게 된다. 한편 신기술제품 대체 옵션이 실행되면, 자신 주위에 있는 초기수용자(early-adopter)의 영향을 받는다. 이러한 확률은 수용률(adopt-rate) 슬라이더에 의해 설정된 지표에 영향을 받는다. 이러한 영향권에 놓이게 된 소비자들은 잠재적 수용자(potential adopter)가 되어 NetLogo 시뮬레이션 공간에서 노란색으로 변하게 된다. 그리고 만약 신기술제품을 사게 되면 자신은 초기수용자(early adopter)가 된다. 그러나 신기술 제품을 구매하지 않으며 일반고객(majority buyer)으로 남는다.

유통업자일 경우 제조업체에서 새로운 제품을 주문한다. 주문량은 지난 3주 동안의 평균 판매량으로 하고, 주말마다 가격을 조정한다. 재고 수준이 최대 재고보다 큰 경우, 임계과부족치(모델에서 InvUpDownPrice 슬라이드로 표현)만큼 가격을 낮추고, 역으로 재고 수준이 최소 재고수준보다 낮으면 가격을 임계치의 과부족 만큼 올린다. 제조업체들은 유통업자에게 임계과부족 만큼 인센티브를 제공하게 되는데, 인센티브 비율은 무작위로 [0, 1]로 생성된다. 결과적으로 새로운 송장가격은 다음과 같아진다.

$$\text{invoice price}_{t+1} = \text{invoice price}_t - \text{incentive rate} * (\text{order} - 10)$$

즉 주문량이 10보다 큰 경우 송장 가격(invoice price_{t+1})은 전기(invoice price_t)의 가격보다 내려가고, 그 반대의 경우는 증가한다.

IV. 연구결과 분석

1. 컨조인트 분석에 의한 부분가치의 설정

컨조인트 분석을 하기 위해서는, 우선 가정용 공기청정기에 관한 속성과 수준을 결정해야 한다. 가정용 공기청정기에 관한 속성에 대해서 일반적으로 생각해 볼 수 있는 것은, 제품의 모델, 집진방식, 집진효율, 탈취방식, 탈취효율, 항균/살균 방식, 살균효율, 유해가스 제거, 음이온 발생, 산소 발생, 습도 발생/조절, 적용(사용) 면적, 공기청정 단계, 가격, 크기, 중량, 설치방법, 소비전력, 색상, 필터의 종류, 필터 교환주기, 필터 교환금액, A/S, 운전모드, 풍량/풍속/풍향 조절, 기타 부가기능 등 매우 다양하게 존재한다. 그러나 이 모든 속성들을 고려한다

고 해서 반드시 정확한 분석이 이루어지는 것도 아니고, 그렇게 하는 것이 본 연구의 목적에도 부합하는 것이 아니다. 따라서, 본 연구에서는 일반 소비자를 대상으로 한 선호도 조사를 염두에 두고 여러 가지 속성들 중에서 중요한 것들만을 선정하여 다음의 <표 2>에 나타내었다. 공기청정기의 기본 기능이 집진(미세먼지 제거)과 탈취(냄새제거)임을 감안하여, 유해가스 제거, 항균/살균, 음이온 발생 등은 추가 기능으로 반영하였다.

<표 2> 가정용 공기청정기의 속성과 수준

속성	수준	비고
공기정화기능	기본기능(미세먼지 및 냄새 제거)	CO가스, VOC가스 등 자외선, 플라즈마, 오존, 나노실버 등
	기본+유해가스 제거	
	기본+음이온/산소발생	
	기본+항균/살균	
부가기능	오염감지 자동운전	
	필터세정/교체식 알림	
	무소음/절전 운전	
적용면적	6-8평	20-30평형 거실용
	9-10평	30-40평형 거실용
	12-13평	40-50평형 거실용
가격	30만원	
	40만원	
	60만원	
	80만원	

적용 면적(실평수)에 있어서 3-5평의 소형은 고려 대상에서 제외하였는데, 그 이유는 필터를 사용하지 않는 전기 방전식 이온화 집진의 공기청정기가 대부분이기 때문에 주로 필터를 사용하는 다른 평형의 공기청정기와 비교가 곤란하기 때문이었다. 가격에서는 전기식 소형, 저가를 제외하고 100만원 이상의 고평형, 고가 제품도 범용성 측면에서 제외 시켰다. 부가 기능에 있어서는 풍량/풍속 조절도 고려해 보았으나 <표 2>에 나타난 세 가지만 선정하였다.

2. 소비자에 대한 선호도 조사 및 컨조인트 분석결과

소비자의 선택기준을 알아보기 위하여 소비자 선호도 조사를 실시하였다. 본 연구에서는 직접 면담에 의한 소비자 조사를 수행하였는데, 응답의 편의를 고려하여 다음의 <표 3>과 같은

한 장의 설문서를 작성하였으며, 소비자가 가장 선호하는 순서대로 1위부터 8위까지 차례대로 번호를 매기도록 하였다. 아래의 설문서 내용에는 소형용, 저가인 무필터 방전식 이온화집진에 의한 공기정정기는 설문 대상에서 제외하고 있다. 공기정화기능의 기본이란 냄새(음식물, 화장실 냄새 등) 및 미세먼지 제거를 나타내며, 유해가스는 일산화탄소(CO), 유기휘발성(VOC)가스(새집 증후군) 등을 의미한다.

〈표 3〉 선호도 조사용 설문서

Card No.	공기정화기능	적용면적	가격	부가기능
6	기본	6-8평	30만원정도	오염감지 자동운전
2	기본	6-8평	60만원정도	오염감지 자동운전
14	기본	9-10평	80만원정도	필터교체시기알림
5	기본	12-13평	40만원정도	무소음/절전운전
9	기본+유해가스	6-8평	30만원정도	오염감지 자동운전
8	기본+유해가스	6-8평	40만원정도	필터교체시기알림
7	기본+유해가스	6-8평	80만원정도	무소음/절전운전
11	기본+유해가스	9-10평	60만원정도	오염감지 자동운전
3	기본+유해가스	12-13평	30만원정도	오염감지 자동운전
15	기본+음이온/산소 발생	6-8평	30만원정도	필터교체시기알림
18	기본+음이온/산소 발생	6-8평	60만원정도	무소음/절전운전
4	기본+음이온/산소 발생	9-10평	40만원정도	오염감지 자동운전
16	기본+음이온/산소 발생	12-13평	80만원정도	오염감지 자동운전
12	기본+항균살균	6-8평	40만원정도	오염감지 자동운전
13	기본+항균살균	6-8평	80만원정도	오염감지 자동운전
17	기본+항균살균	9-10평	30만원정도	무소음/절전운전
1	기본+항균살균	12-13평	60만원정도	필터교체시기알림
10	기본+항균살균	12-13평	80만원정도	오염감지 자동운전

적용면적은 제조업체에 따라 다소 다르게 표현하고 있는데, 여기서는 실제 적용 평수의 범위로 6-8평 (20-30평형 거실용), 9-10평 (30-40평형 거실용), 12-13평(40-50평형 거실용)으로 나누어 조사하였다. 설문에 응답한 사람은 총 31명이었고, 대부분이 가정을 가진 20대에서 50대 사이의 남녀로 고르게 분포하고 있다.

앞에서 설명한 선호도 조사결과의 데이터를 SPSS_Win 시스템에 입력하여 컨조인트 분석을 수행한 결과, 속성 요인별 부분 효용을 나타내는 요인 수준별 요약 효용을 구할 수 있었다.

컨조인트 분석결과에서 개별모형과 추정모형에서 켄달 타우(Kendall's tau) 값은 각각

0.605와 0.644로써 모형의 적합성은 인정된다고 할 수 있다. 다음의 <표 4>는 컨조인트 분석 결과물에서 요인의 중요도를 계산한 것이다. 공기청정기 구입 시 주요 고려 요인인 공기정화기능, 부가기능, 적용면적 및 가격 중에서 가격(28.96%)이 가장 중요한 요인으로 나타났고, 공기정화기능(28.89%)이 거의 대등한 수준에서 중요한 선택 요인임을 알 수 있으며, 적용면적(22.46%)과 부가기능(19.68%)이 그 다음으로 나타났다. 이것을 토대로 컨조인트 분석 모형의 추정식을 세우면 다음과 같다.

$$U(\text{효용}) = 8.6976 + 0.5806 \text{ 공기정화기능} + 0.1613 \text{ 부가기능} + 0.3992 \text{ 적용면적} + 0.5484 \text{ 가격}$$

<표 4> 컨조인트 분석결과 요인별 중요도

속성	요인수준	부분효용	중요성
공기정화기능	기본기능(미세먼지 및 냄새 제거)	0.0645	28.89%
	기본+유해가스 제거	0.2823	
	기본+음이온/산소발생	0.5806	
	기본+항균/살균	-0.9274	
부가기능	오염감지 자동운전	-0.2581	19.68%
	필터세정/교체식 알림	0.0968	
	무소음/절전 운전	0.1613	
적용면적	6-8평	-0.5323	22.46%
	9-10평	0.3992	
	12-13평	0.1331	
가격	30만원	0.1290	28.96%
	40만원	0.5484	
	60만원	-0.3952	
	80만원	-0.2823	

3. 행위자 기반 수요확산모형의 결과

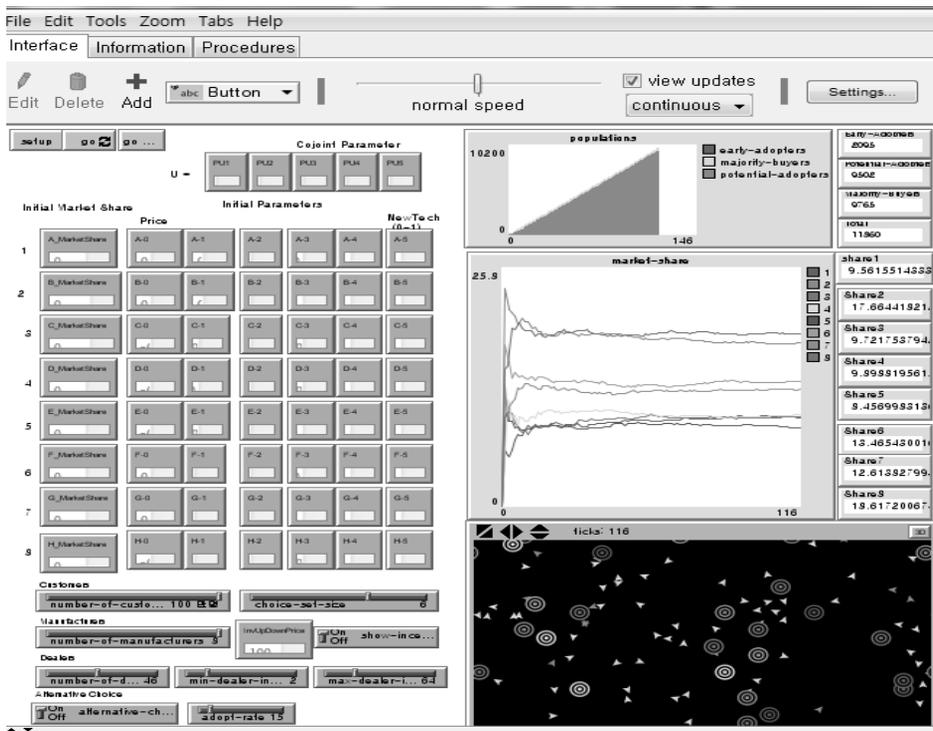
소비자군은 크게 세 부류로 구별하였다. 첫 번째, 모델에서 녹색으로 표현된 소비자층으로 초기수용자(early adopters)을 나타냈다. 두 번째, 초기수용자층을 제외한 나머지를 표현한 것으로 흰색으로 표현된 일반 소비자군(majority buyers)을 나타낸다. 세 번째, 모델에서 황색으로 표현된 수요층으로 잠재적 수용자군(potential buyers)으로, 초기수용자층의 영향을 받아 생성된다. 즉 시뮬레이션 격자공간내에 자신이 위치한 좌표의 이웃한 4개의 방향에 초기수용

자충이 존재할 때 일반소비자군은 잠재적 수용자로 전환된다.

본 모델에서는 다음과 같은 세 가지의 시뮬레이션을 볼 수 있다.

첫 번째 생산자가 유통업자에게 제공되는 인센티브에 의한 시장 점유율은 어떻게 반응하는가? 두 번째, 새로운 기술(NewTech)도입시 시장 점유율 및 소비자 유형분포 변화는 어떠한가? 세 번째, 이러한 시장점유율의 변화는 어느 시점서부터 자기조직화가 이루어지는 것인지 혹은 수렴 속도는 어떠한 지 등을 분석하고자 한다. 먼저 신기술혁신 제품 스위치를 설정하여, 기존 제품과 비교한 신기술 제품의 도입에 따른 소비자의 효용가치 변화를 살펴볼 수 있다. 또한 선택 집합 크기 슬라이더, 채택 속도 슬라이더를 변경하거나 신기술제품의 특성을 변경하여 이것이 인구 구성에 미치는 영향을 볼 수 있다.

이러한 시뮬레이션을 통해 보다 포괄적인 가격 전략을 모델로 구현할 수 있으며, 다른 속성을 가진 제품의 도입 및 전통적인 기술과 경쟁하는 새로운 신기술의 도입여부를 결정할 수 있다.

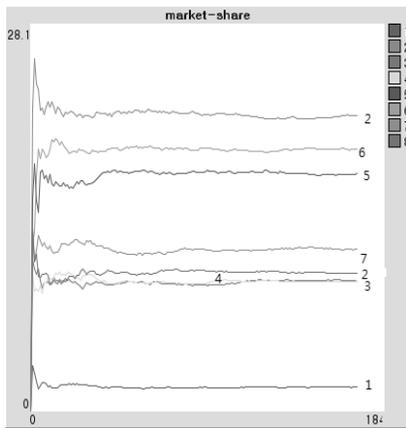


(그림 5) NetLogo 시뮬레이터 화면

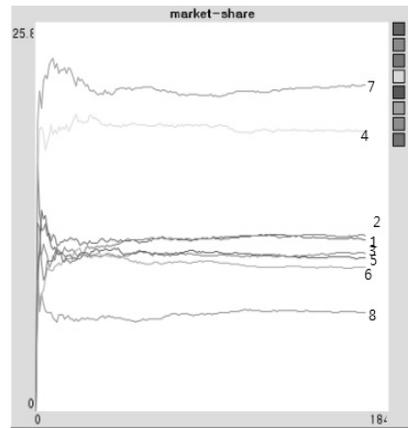
본 분석에서는 인센티브와 신기술(NewTech)의 적용여부에 따른 시장점유율 분석을 위해 총 4개의 서로 다른 계수 셋팅을 통한 각 150회 시뮬레이션 결과를 분석하였다. 먼저 시장점유율 비교분석을 위해 <표 5>와 같은 계수 셋팅 틀을 구성하여 적용한 결과 (그림 6)와 같은 제품별 시장점유율 결과를 보였다.

<표 5> 시장점유율 상호비교분석을 위한 시뮬레이션 적용 틀

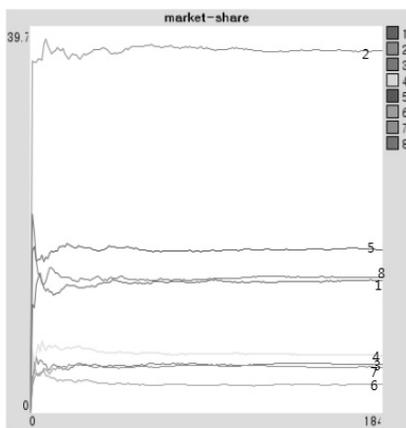
	신기술(NewTech) 미적용	신기술(NewTech) 적용
인센티브 적용	시뮬레이션 B	시뮬레이션 A
인센티브 미적용	시뮬레이션 C	시뮬레이션 D



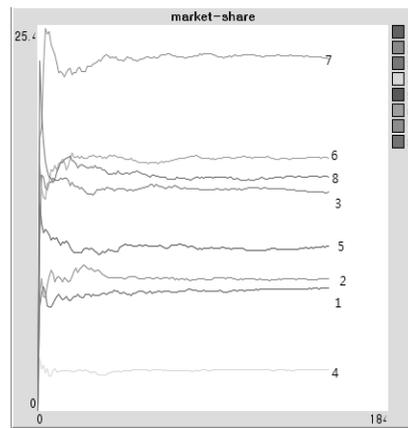
< A 형 시뮬레이션 결과 >



< B 형 시뮬레이션 결과 >



< C 형 시뮬레이션 결과 >



< D 형 시뮬레이션 결과 >

(그림 6) 유형별 시장점유율 시뮬레이션 결과

C유형의 셋팅의 경우 1번 및 2번 제품이 상위의 시장점유율을 보였으며, 4번 제품이 가장 낮은 시장 점유율 결과를 보였다. 하지만 4번 제품에만 신기술 유인 계수 값을 설정한 D유형의 셋팅 환경 하에서는 시장점유율이 4.98에서 6.46으로 약간 상승하였으며, 여기에 유통인센티브를 제공한 A유형의 경우 14.95%로 대폭 상승하였다. 즉 신기술의 도입으로 곧 바로 시장 점유율의 상승은 어렵고, 유통에 의한 가격적인 개선효과가 동반되어야만 신기술의 적용효과가 발현되고 있음을 알 수 있다.

〈표 6〉 제품별 시장점유율 결과 요약

	신 기 술 채택여부	인센티브 제공여부	1	2	3	4	5	6	7	8
A	○	○	8.89	22.34	8.75	14.95	8.33	7.64	11.67	17.43
B	×	○	8.13	18.48	9.93	11.12	16.69	6.00	17.30	12.34
C	×	×	15.30	15.23	22.17	4.98	9.63	9.40	10.79	12.51
D	○	×	10.14	11.78	11.53	6.46	19.33	12.47	18.33	9.96

한편 일정 시장점유율로의 자기수렴현상을 보이는 자기조직화효과의 발현 시점을 살펴보면 평균 발현 시점상 A유형이 가장 빠른 것으로 나타났다. 반면에 B유형과 D유형과 같이 시장에 부분적인 충격만 주었을 경우 시장점유율의 수렴효과가 늦게 나타난다는 것을 보여준다.

〈표 7〉 자기조직화 시점에 대한 시뮬레이션 결과 요약

	신 기 술 채택여부	인센티브 제공여부	1	2	3	4	5	6	7	8	평균
A	○	○	11	9	5	15	43	32	4	8	15.9
B	×	○	8	46	14	13	33	10	49	20	24.1
C	×	×	20	18	14	5	16	23	21	15	16.5
D	○	×	31	28	7	6	41	13	18	12	19.5

한편, 인센티브와 신기술(NewTech)의 적용여부에 따른 소비자군의 분포변화를 분석하기 위해 〈표 8〉과 같은 4개의 서로 다른 계수 셋팅을 통해 각 150회 시뮬레이션을 수행한 결과를 분석하였다.

〈표 8〉 소비자 분포 상호비교분석을 위한 시뮬레이션 적용 틀

	신기술(NewTech) 미적용	신기술(NewTech) 적용
인센티브 적용	시뮬레이션 Bp	시뮬레이션 Ap
인센티브 미적용	시뮬레이션 Cp	시뮬레이션 Dp

시장 셋팅 유형에 따른 소비자군의 변화는 별로 크지는 않았다. 하지만 미세한 변화를 살펴 보면 초기수용자의 변화는 예상대로 A유형의 셋팅에서 가장 비중이 높게 나왔다. 반면 신기술 변화만을 채택한 D유형에서의 초기수용자의 비중은 가장 낮게 나왔다. 하지만 잠재적 수용자는 약간 늘어나 단순히 신기술의 채택여부만을 가정할 경우 초기수용자보다는 잠재적인 수용자에게 영향을 더 미치고 있음을 알 수 있다. 하지만 여기에 유통시장의 변화만 주어진다면 초기수용자가 6.4%에서 12.7%로 약 2배의 증가를 보이고 있다는 것은 시장정책에 시사하는 바가 크다고 할 수 있다.

〈표 9〉 소비자군별 시장점유율 결과 요약

	신 기술 채택여부	인센티브 제공여부	Early adopters	비중	Majority buyers	비중	Potential adopters	비중
A	○	○	3343	12.7	11622	44.2	11349	43.1
B	×	○	2785	10.3	12283	45.4	12014	44.4
C	×	×	2250	8.4	12528	46.5	12143	45.1
D	○	×	1764	6.4	13210	48.0	12574	45.6

V. 결 론

본 연구는 기존의 상품시장수요 예측모형이 서술적 이론에 한정되어 있어 실질적인 시장수요 전망이 어려웠다는 것에 착안하여 시도되었다. 특히 신기술 제품의 경우 과거 데이터의 미비로 인해 시장수요전망이 더욱 어려웠던 것이 사실이다. 따라서 본 연구는 이러한 연구배경으로부터 출발하여 신기술시장분석의 객관성을 확보하기 위하여 신기술 행위자 기반 수요확산모형을 구현하였다. 본 연구에서 제시한 방법론은 크게 컨조인트 분석에 근거한 기술제품시장분석과정과 효용극대화 선택모형에 근거한 수요확산 분석으로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 마케팅조사영역에서 많이 활용되고 있는 컨조인트 분석의 결과치를 신기술제품시장에서 개별 제품과 서비스의 시장점유율 추정을 위한 ABM모형의 초기데이터 값으로 활용하였다. 이를

통해 신기술제품 시장수요 예측에서 소비자의 효용지각과 이질성을 포착하는 컨조인트 분석 또한 매우 유용한 도구임을 확인하였다. 또 제안한 방법을 ABM 모델로 구현하여 신기술의 잠재적 구매자와 공급자가 모두 관심기술을 객관적으로 손쉽게 시장분석 및 수요분석에 적용해 볼 수 있도록 하였다. 그러나 본 연구에서 제안한 행위자 기반 수요확산모형은 신기술이 부분품이나 완제품에서 차지하는 비중이 매우 크고 제품에 직접 응용되는 경우 및 제품의 속성이 명확히 정의될 수 있는 경우를 가정하고 있다. 특히 소비자가 시장에서의 기회와 자신의 효용 인식도에 대해 합리적으로 추론한다는 것을 전제로 하고 있다. 이로 인하여 부분품을 구성하는 요소기술이거나 제품으로 상용화 할 수 없는 신기술의 경우 또는 신기술의 적용분야가 너무 광범위한 경우에는 적합한 방법론이 될 수 없다. 그럼에도 불구하고 본 연구의 적응적 복잡계 모형의 개념으로 구현한 행위자 기반 시뮬레이션 모형은 기존의 소비자에 국한하여 분석되었던 대상의 협소성을 극복하고 상품의 제조에서부터 유통 그리고 소비자에게 이르는 가치사슬 전 범위를 고려하였다. 분석결과 기술제품의 시장점유율은 재고수준에 따른 인센티브의 제공과 신기술제품의 상품적용에 따른 소비자층의 제품수용이 조화롭게 이루어질 때 상승하는 것으로 분석되었다.

따라서 본 연구에서 제안한 행위자 기반 수요확산모델모형의 많은 단점들을 보완하고 극복할 수 있는 새로운 모형개발에 의한 시장점유율 및 수요전망이 이루어진다면 신기술개발과 상품화가 촉진될 수 있는 단초가 될 것으로 판단된다.

참고문헌

- 김철완·김근배·오영석 (2001), 「확산모형을 이용한 정보통신시장의 수요예측방법」, 정보통신정책연구원, 51-67.
- 원동규 (2010), 「복잡계 지식생태모형론」, 과학기술연합대학원, 32-39.
- 정영우·이은영 (2008), “컨조인트 분석을 통한 푸드코트 선택속성에 관한 탐색적 연구”, 한국조리학회지, 제14권 4호, 106-118.
- 채인숙·이민아·신서영·양일선·차진아 (2002), “컨조인트 분석을 통한 피자 브랜드 선택속성의 중요도 분석”, 대한지역사회영양학회지, 제7권 3호, 354-360.
- Bass, F (1969), “A New Product Growth Model for Consumer Durables”, Management Science 15(5), 215-277.
- Easingwood, Christopher J., Vijay Mahajan, and Eitan Muller (1981), “A Nonsymmetric

- Responding Logistic Model for Technological Substitution”, *Technological Forecasting and Social Change*, 20(Oct.), 199-213.
- Gustafsson, Anders, Fredrik Ekdahl & Bo Bergman (1999), “Conjoint analysis: A useful tool in the design process”, *Total Quality Management* 10(3), 327-343.
- Horsky, D and L Simon (1983) “Advertising and the Diffusion of New Products”, *Marketing Science*, 2(1), 1-17.
- Jain, Dipak C. and Ram C. Rao (1989), “Effect of Price on the Demand for Durables: Modeling, Estimation and Findings”, *Journal of Business and Economic Statistics*.
- Kalish, S (1985) “A New Product Adoption Model With Price, Advertising, and Uncertainty”, *Management Science*, 31(12), 1569-1588.
- Kalish, Shlomo and Subrata K. Sen (1986), “Diffusion Models and the Marketing Mix for Single Products”, *Innovation Diffusion Models of New Product Acceptance*, Vijay Mahajan and Yoram Wind, eds. Cambridge, MA: Ballinger Publishing Company.
- Kalish, Shlomo (1985), “A New Product Adoption Model with Pricing, Advertising and Uncertainty”, *Management Science*, 31(December), 1569-1585.
- Lattin, James M. and John H. Roberts(1989), “Modeling the Role of Risk-Adjusted Utility in the Diffusion of Innovations”, Working Paper 1019, Graduate School of Business, Stanford University.
- Levy, D. S. (1995). “Modern marketing research techniques and the property professional”, *Property Management*, 13, 33-40.
- Mahajan, Vijay and Eitan Muller (1979), “Innovation Diffusion and New Product Growth Models in Marketing”, *Journal of Marketing*, 43(Fall), 55-68.
- Oren, Shmuel S. and Rick G. Schwartz (1988), “Diffusion of New Products in Risk-Sensitive Markets”, *Journal of Forecasting*, 7(Oct.~Dec.), 273-287.
- Rogers, Everett M. (1983), *Diffusion of Innovations*, 3rd ed. New York: The Free Press.
- San Miguel, Fernando, Mandy Ryan & Emma Mcintosh (2000), “Applying conjoint analysis in economic evaluations: An application to menorrhagia”, *Applied Economics* 32(7), 823-833.
- Sharif, M Nawaz and K. Ramathan (1981), “Binomial Innovation Diffusion Models with Dynamic Potential Adopter Population”, *Technological Forecasting and Social Change*, 21, pp. 301-323.

Simon, Herman and Karl-Heinz Sebastian (1987), "Diffusion and Advertising: The German Telephone Company", *Management Science*, 33(April), 451-466.

원동규

서울대학교에서 "지식기반 공간구조형성과 지역간 지식연계망구조에 관한 연구"로 도시계획학 박사학위를 취득하고 현재 한국과학기술정보연구원 책임연구원으로 재직 중이다. 관심분야는 과학기술정책, 산업시장분석, 복잡계 모형, 사회네트워크 분석 등이다.

임종연

고려대학교에서 세포치료제 연구로 이학박사 학위를 취득하였으며, 현재 한국과학기술정보연구원에서 선임연구원으로 근무 중이다. 주요 관심분야는 산업기술 및 시장분석, 복잡계 모델링, 기술가치평가, 특허분석 등이다.